

⑬ 日本国特許庁 (JP)

① 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—197857

⑤ Int. Cl.³
H 01 L 21/92

識別記号

庁内整理番号
7638—5F

④ 公開 昭和58年(1983)11月17日

発明の数 2
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ 半導体装置とその製造方法

② 特 願 昭57—79958

③ 出 願 昭57(1982)5月14日

⑦ 発 明 者 大路譲

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

⑧ 発 明 者 村松信一

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

⑦ 発 明 者 平岩篤

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

⑦ 発 明 者 向喜一郎

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

① 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

④ 代 理 人 弁理士 薄田利幸

明 細 書

発明の名称 半導体装置とその製造方法

特許請求の範囲

1. 金属突起電極を有する半導体装置において、
該金属突起電極の断面直径が50~200 μ m
であり、高さが100~250 μ mの高さ方向
に断面積一定の柱状であることを特徴とする半
導体装置。
2. 特許請求の範囲第1項において、前記金属突
起電極が金、銀、銅、ニッケルおよび、パラジ
ウムからなる金属群より選択した少なくとも一
材料からなるか、あるいはその他の金属により
形成した金属突起電極の所定の表面部分を前記
金属群より選択した一材料で被覆してなること
を特徴とする半導体装置。
3. 所定の半導体基板上に金属突起電極を形成さ
せた半導体装置の製造方法において、前記金属
突起電極を形成するマスクとして該金属突起電
極の高さと同程度あるいはそれ以上の厚さの絶
縁層を形成する工程、該絶縁層の所定の位置に

レーザー光を用いて所定の大きさの孔を穿つ工
程を有することを特徴とする半導体装置の製造
方法。

4. 特許請求の範囲第3項において、前記金属突
起電極を形成するマスクとして、所望の位置に
開口し、かつ開口部内壁および片方の面に薄い
金属層を形成した絶縁フィルムを該半導体基板
の所定の位置にはりつけることを特徴とする半
導体装置の製造方法。

発明の詳細な説明

本発明は、半導体装置およびその製造方法に関
し、さらに詳述すれば半導体集積回路素子の端子
電極の構造とその形成方法に関するものである。

半導体集積回路においては昨今の微細加工技術
の進歩により1チップ中に非常に多くの機能を搭
載できるようになった。これに伴い入出力の端子
電極の数も増加している。従来このように多数の
入出力端子電極を形成する方法にはCCB
(Controlled Collapsed Bonding)あるいは
4C(Controlled Collapsed Chip

Connection) と呼ぶ、半田による端子電極が通しているとしてきた。しかしこの実装方法ではチップを搭載する基板とチップの熱膨張係数の違いのため温度サイクルによる疲労破壊が避けられない問題であった。半田パンプの温度サイクル寿命は次の式で表わされることが知られている。

(P. Lin et al, Solid State Tech. (1970) July)

$$N_f = C f^k r_{\text{MAX}}^{-n} \exp\left(\frac{4E}{k} \cdot \frac{1}{T_{\text{MAX}}}\right) \quad (\text{式1})$$

$$r_{\text{MAX}} = \delta \left(\frac{V_j}{\frac{\pi}{4} D_{\text{MIN}}^2 H_j^{1+\beta}} \right)^{1/\beta} \quad (\text{式2})$$

C : 定数

f : 温度サイクル周波数

r_{MAX} : 最大剪断ひずみ

4E : 活性化エネルギー

T_{MAX} : 最高温度

δ : 最大変位

D_{MIN} : パンプの最小断面の直径

H_j : パンプ高さ

することを目的とする。

上記目的を達成するための本発明の構成は、断面が50~200 $\mu\phi$ 、高さが100~250 μm の柱状金属突起電極を設けることにある。以下図面を用いて詳細に説明する。

第2図は本発明によるパンプを基板に接合したところの断面概略図である。21はLSIチップを実装するセラミック等の基板で、22はセラミック基板側に形成した電極金属で一般に銅、ニッケル、タングステン等の材料が用いられることが多い。一方、28はLSI(一般に大規模集積回路)チップで、27のアルミニウム配線より下側のチップ内能動素子部分は省略してある。26はアルミニウム配線の上の層間絶縁膜であつて、主にプラズマCVD(一般に化学的気相成長法)窒化シリコン、スパッタ SiO_2 、CVD SiO_2 、CVD PSG(Phospho Silicate Glass)、ポリイミド等の絶縁膜あるいはこれらを積層したものが用いられる。25はアルミニウム配線27につながる第2の配線導体層であつパンプの下地

V_j : パンプ体積

この式によれば、パンプは細長い柱のような構造ほど最大剪断ひずみが小さく寿命が長くなる。しかしながら、溶融した半田の表面張力を利用して接合を行う従来のCCB法では上記のような構造とすることはむずかしい。また最大変位 δ を小さくするにはパンプ間ピッチを小さくすればよいが、第1図に示した従来の形成方法では溶融前の半田の形状は図中の破線19のごとくなり、これが上記のパンプ間ピッチを小さくするためのさまたげとなる。図において、11はセラミック基板、12はベDESTAL、13は半田、14は金属端子電極、15はパンプ下地金属層、16は絶縁層、17はA配線、そして18はSi基板である。

本発明は、フェースダウンボンディングにおいて、従来の半田の表面張力を利用したCCB法では不可能であつた円柱状の金属突起電極を形成することにより、パンプの集積度を向上させるとともに、温度サイクル寿命を飛躍的に向上させることのできる半導体装置およびその製造方法を提供

金属である。この金属層には上記絶縁膜と接着性のよいチタン、クロム、アルミニウム等酸化物生成自由エネルギーの大きい金属群と金、銀、銅、ニッケル、パラジウム等のメッキ性のよい金属群の中からそれぞれ1種あるいは2種以上の金属を選び組合せて用いる。24はパンプ金属であり、半田にぬれ性のよい金、銀、銅、ニッケル等の金属群の中より1種を選んで用いる。本発明によるパンプ構造では断面を50~200 $\mu\phi$ 、高さを100~250 μm の柱状にすることが肝要である。このため、前記第1図に示した従来方法と異なり半田の量が少なくてすむために、半田を溶融して接合する際に隣り合うパンプが溶着する可能性が小さくなる。また従来方法にくらべ半田の断面形状が球状になることがない。以上2つの理由により温度サイクル寿命を低下させることなく、パンプ間ピッチを従来方法で実現できなかった100 μm 程度にすることが可能となつた。また本発明によるパンプ構造は既出願の特許(昭和55年2月15日出願)と組合せて使用することも可能で、

半導体基板上に形成されてある能動領域の位置に関りなくパンプを形成できるので、パンプの集積度は飛躍的に向上し、温度サイクル寿命も向上する。

上記のごとく、パンプ間ピッチを小さくすることによる温度サイクル寿命に対する効果のほか、本発明による柱状パンプ構造ではパンプ単体の温度サイクル寿命を向上させるのにも効果がある。本発明をさらに明確にするためのパンプ断面概念図を第3図に示した。パンプ高さ h を一定とし、LSIチップ側とセラミック基板側の接続断面の半径を r として、1、2、3で示した樽形、柱形、つづみ形の断面形状の場合を比較する。前記の式2におけるパンプの最小断面の直径 D_{min} は樽形の場合は $2r$ 、つづみ形の場合は $2r$ となるから、式2の中の $(V_1/\frac{\pi}{4}D_{min}H_1)$ の値は第3図中2の柱状の場合が最小となる。したがってこの時 τ_{MAX} も最小となり、温度サイクル寿命 N_1 は最大となる。

以下、本発明を実施例を参照して詳細に説明す

30gと水酸化カリウム5gを水100ccに溶解させたものを用いた。ついで、ホトレジスト層59を除去した後、第6図に示すごとく、厚さ約150 μ mのポリイミドイソインドロキナゾリンジオン(以下PIKと略称)樹脂層を形成し、レーザービーム601を用いて所定のパンプ形成位置に直径約100 μ mの穴を開く。ついで開口部のCr膜をエッチング除去した後Cu層77を陰極として、上記開口部に厚さ150 μ mのNi層をメッキによつて形成する。この工程ではリフトオフ法を用いることもできる。ここでパンプの径を100 μ mとしたのは、パンプ間ピッチを150 μ mとするためであるが、パンプ径は50 μ mで形成することも可能である。しかしパンプ径を50 μ m未満にすると、パンプの強度が不足して基板との接合作業に不都合を生じる。またパンプ径は200 μ mを越える値のパンプは本発明の目的である従来方法よりもパンプの密度を上げるといふ主旨にそぐわない。また、パンプが円柱の場合、式1より最大剪断ひずみは

る。

第4図～第9図は本発明の概略工程図である。第4図に示すごとく、CVD法により形成した厚さ約0.5 μ mのPSG(Phospho Silicate Glass)からなり所定の位置に開口部のある第1絶縁層33を表面に有するシリコン基板35上にA1の配線からなり該開口部を経て該シリコン基板の所定領域と接続する第1配線導体層32を設け、さらに所定の位置にコンタクト用開口部(開口部はCF₄を雰囲気とするプラズマにより形成した)を有する厚さ約1.1 μ mの窒化シリコン膜からなる第2絶縁層31をプラズマCVD法により設けた。次に第5図に示すように、前記絶縁層31の上に厚さ約0.2 μ mのTi層46、厚さ約2 μ mのCu層47、厚さ約0.1 μ mのCr層48を順次真空蒸着により形成し、46、47、48で示される3層構造の金属層を被着した。

次に第6図で示すごとく、ホットエッチング法を用いてCr層58を所定のパターンに食刻した。Cr層のエッチングにはフェリシアン化カリウム

$$\tau_{MAX} = \frac{\delta}{H_1} \quad (式3)$$

となるからパンプ高さは断面積に関係なく高い方がよい。しかしレーザーによるPIK膜の加工性およびメッキ性からパンプ高さは前述の様に100～250 μ mであることが望ましい。ついでPIK樹脂層70をエッチング除去した後、Cr層78をマスクとしてCu層77、Ti層76を順次エッチングして配線を形成する。第9図がこのような形成したパンプおよび配線の断面概略図である。PIKのエッチングにはヒドラジンとエチレンジアミンの混合液(混合比3:7)を用い、Cuのエッチングには、亜塩素酸ナトリウム、炭酸アンモニウム、塩化アンモニウムおよびアンモニア水の混合液からなる周知の腐食液を用い、TiのエッチングにはEDTA(エチレンジアミン・テトラアセテツクアシッド)とアンモニア水および過酸化水素水の混合液による周知の腐食液を用いた。

基板への接合は上記Niパンプ801を半田を

用いて基板側ベDESTALに接合した。

実施例 2

前記実施例1で示したように、厚さ約150 μmのPIK樹脂層を形成した後レーザーによりメッキ用の穴を開く替りに、第10図に示すごとく、既に所定の位置に開口し、開口部内壁および一方の面にCr 902を厚さ0.15 μm蒸着した厚さ150 μmのポリイミド樹脂フィルム901をPIK溶液99を用いてCr膜98をパターンニングした後のSi基板上に接着する。その後PIK99を加熱・硬化する。さらにPIK99をCr膜902をマスクとして酸素スパッタリングによって開口する。つぎにCr膜902および開口部のCr膜98をエッチング除去すれば前記第6図と同じ構造を得ることができる。この後は実施例1に順ずる方法で本発明のポンプ構造が形成できる。

実施例 3

第11図は前記実施例1および2で述べたポンプの配置の平面図で、隣接するポンプを等間隔で

電極を有する半導体装置の概略断面図、第3図～第9図は本発明の半導体装置の製造工程を示す概略断面図、第10図、第11図および第12図は本発明の他の実施例による部分的な半導体装置の製造工程を示す概略断面図および平面図である。

11, 21…セラミック基板、12, 22…ベDESTAL、13, 23…半田、24…金属端子電極、15, 25…ポンプ下地金属層、17, 27…Al配線、16, 26…絶縁層、18, 28…Si基板、31, 41, 51, 61, 71, 81, 91…第2絶縁層、32, 42, 52, 62, 72, 82, 92…Al配線、33, 43, 53, 63, 73, 83, 93…第1絶縁層、Si能動領域との接続のための開口部、35, 45, 55, 65, 75, 85, 95…Si基板、46, 56, 66, 76, 86, 96…Ti層、47, 57, 67, 77, 87, 97…Cu層、48, 58, 68, 78, 88, 98…Cr層、59…ホトレジスト、60, 70…PIK層、601…レーザービーム、701, 801…Niメッキ層、99

配置すればポンプを最も密に配置することができる。

実施例 4

前記実施例1および2において、メッキにより金属突起電極を形成する時、第12図に示すごとく絶縁膜層112よりも厚いメッキを行う。絶縁膜厚さよりも厚いメッキ部分は図のごとく横に広がる。したがってセラミック基板に接合する際に接合面積が多くなり強度が増す。

実施例 5

前記実施例1～4では突起電極形成のためのマスク材料として主にPIK樹脂、ポリイミド樹脂等を用いたが、他の絶縁膜で所望の形状に穿孔でき、電極形成後他の材料に損傷を与えることなく除去できる材料であればどのような材料でも使用できる。たとえばホトレジストでもよい。

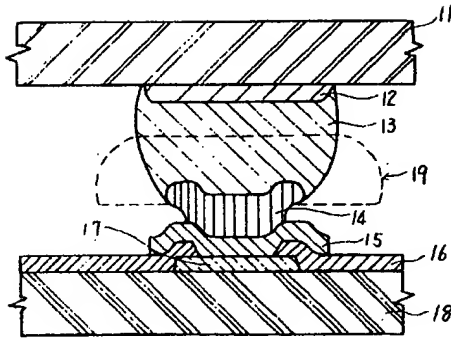
図面の簡単な説明

第1図は従来の半田端子電極を有する半導体装置をセラミック基板に接合した例を示す概略断面図、第2図は本発明の一実施例としての金属端子

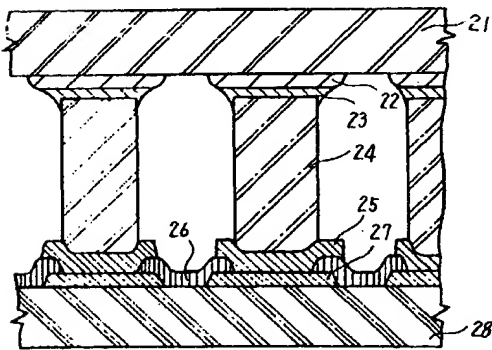
…PIK、102, 901…PIKフィルム、902…Cr蒸着膜、101…ポンプ形成孔、a…ポンプ間ピッチ、111…メッキ金属層、112…絶縁層、113…下地金属層、114…層間絶縁膜、115…Al配線、116…半導体基板。

代理人 弁理士 薄田利幸

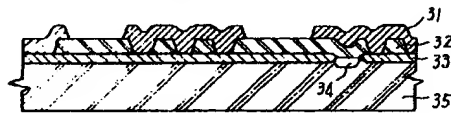
第 1 図



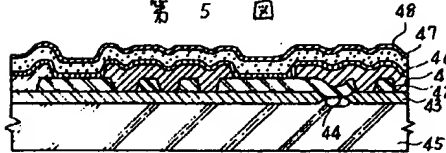
第 2 図



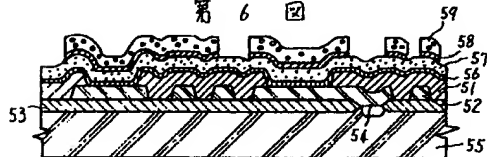
第 4 図



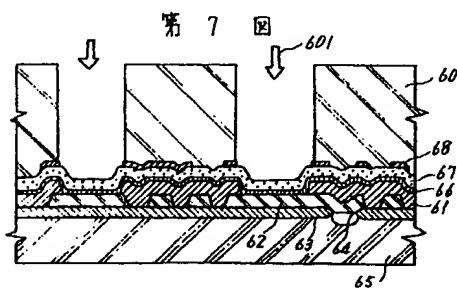
第 5 図



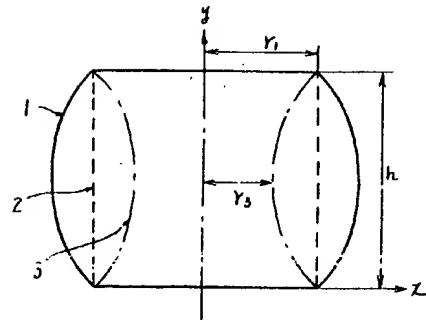
第 6 図



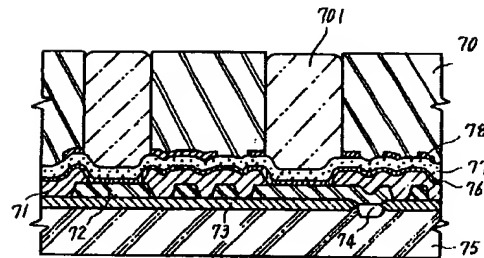
第 7 図



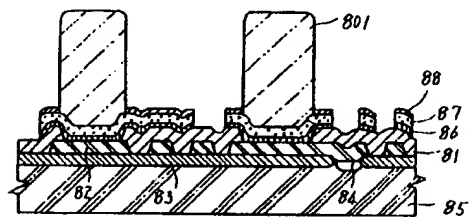
第 3 図



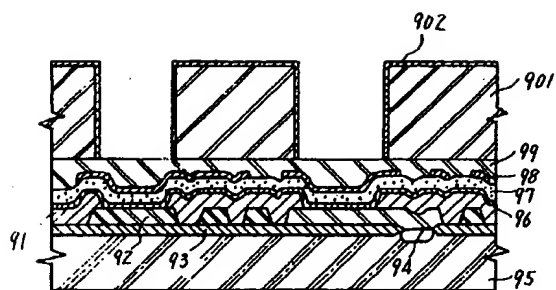
第 8 図



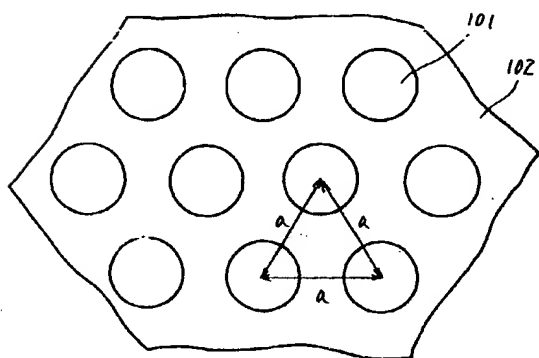
第 9 図



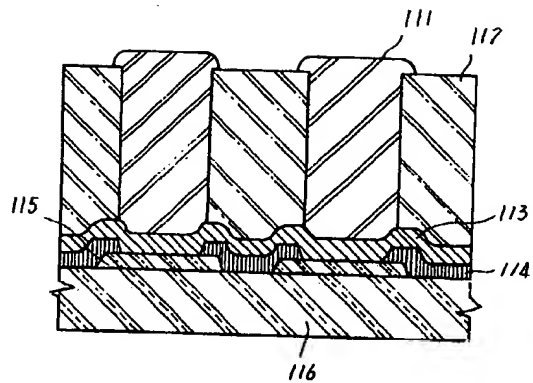
第 10 図



第 11 図



第 12 図



CLIPPEDIMAGE= JP358197857A
PAT-NO: JP358197857A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 58197857 A
TITLE: SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

PUBN-DATE: November 17, 1983

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OJI, YUZURU

MURAMATSU, SHINICHI

HIRAIWA, ATSUSHI

MUKAI, KIICHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP57079958

APPL-DATE: May 14, 1982

INT-CL_(IPC): H01L021/92

US-CL-CURRENT: 438/FOR.343,438/614

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the integration degree of bumps and improve the temperature cycle life time by a method wherein bar formed metallic projection electrodes of constant sectional area in the longitudinal direction of which the sectional area and height are in a specific range are provided.

CONSTITUTION: The first insulation layer 33 having an aperture, the first wiring conductor layer 32 composed of an Al wiring, and the second insulation layer 31 composed of a Si nitride film are provided on a Si substrate 35, and then a Ti layer 46, a Cu layer 47, and a Cr layer 48 are successively adhered on the insulation layer 31. Next, the Cr layer 58 is etching into a fixed pattern, next a resist layer 59 is removed, thereafter a polyimideisoindoloquinazolinone (PIK) resin layer of thickness in the range of 100 \sim 250 μ m, e.g. approx. 150 μ m is formed, and a hole of diameter in

the range of $50\sim 200\mu\text{m}$, e.g. approx. $100\mu\text{m}$ is opened at the fixed position of bump formation by means of a laser beam 601. Then, after etching-removing the Cr film of the aperture, a Ni layer of thickness $150\mu\text{m}$ is formed at the aperture by plating, with the Cu layer 77 as a cathode. After removing the PIK resin layer 70, the Cu layer and the Ti layer are successively etched with the Cr layer as a mask, and accordingly the wiring is formed.

COPYRIGHT: (C)1983, JPO&Japio